

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 3 2 2 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 4 3 2 2 2]

出 願 人 昭和電線電纜株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 2 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 SW010167

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区小田栄 2 丁目 1 番 1 号 昭和電線
電纜株式会社内

【氏名】 山口 雅光

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区小田栄 2 丁目 1 番 1 号 昭和電線
電纜株式会社内

【氏名】 谷本 元

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区小田栄 2 丁目 1 番 1 号 昭和電線
電纜株式会社内

【氏名】 野内 健太郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区小田栄 2 丁目 1 番 1 号 昭和電線
電纜株式会社内

【氏名】 森下 裕一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区小田栄 2 丁目 1 番 1 号 昭和電線
電纜株式会社内

【氏名】 松山 栄治

【特許出願人】

【識別番号】 000002255

【氏名又は名称】 昭和電線電纜株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102923

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 雄二

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 058090

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光信号減衰用ファイバ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光信号を減衰させる n 種類 ($n \geq 2$) のドーパントをコアおよび／またはクラッドに含有している光信号減衰用ファイバであって、波長 λ_i ($i = 1, 2, \dots, m$: ただし $m \geq 2$) で使用され、かつ次のような関係式が満たされるように前記ドーパントの濃度 w_j ($j=1, 2, 3, \dots, n$) が調整されたことを特徴とする光信号減衰用ファイバ。

【式 1】

$$0.9 < \frac{\alpha(\lambda_i)}{\alpha(\lambda_k)} < 1.1 \quad (k=1, 2, \dots, m) \text{ かつ } (k \neq i)$$

【式 2】

$$\alpha(\lambda_i) = \sum_{j=1}^n w_j A_j(\lambda_i)$$

λ_i : 光通信システムで使用される光信号波長

$\alpha(\lambda_i)$: 波長 λ_i での光信号減衰用ファイバの減衰量

(単位: dB)

w_j : j 番目の減衰させるドーパント濃度

$A_j(\lambda_i)$: j 番目の減衰させるドーパント (単位重量%)

による波長 λ_i での光信号減衰用ファイバの減衰量

【請求項 2】 前記ドーパントは、Co、Ni、Cr、V、Fe、Mn、Tb、Tmから選択された 2 種以上の遷移金属であることを特徴とする請求項 1 記載の光信号減衰用ファイバ。

【請求項 3】 前記ドーパントを添加する領域がコアを中心としてコア径の 6 倍以下の領域であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の光信号減衰用ファイバ。

【請求項 4】 前記光信号波長は 1200~1700nm の範囲であることを特徴とする

請求項 1 から請求項 3 までのいずれかの請求項に記載の光信号減衰用ファイバ。

【請求項 5】 前記光信号波長は1310nmと1550nmであることを特徴とする請求項 4 記載の光信号減衰用ファイバ。

【請求項 6】 前記光信号減衰用ファイバは、前記光信号波長においてシングルモードであることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれかの請求項に記載の光信号減衰用ファイバ。

【請求項 7】 前記ドーパントを添加する領域において、前記ドーパントの分布が不均一であることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 までのいずれかの請求項に記載の光信号減衰用ファイバ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光減衰器や光終端器などに用いられる光信号を減衰するためのファイバに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年光ファイバ通信網の発達が著しく、この中で様々な光デバイスが用いられてきている。この光デバイスの一種である光固定減衰器は、光信号を積極的に減衰させることにより光ファイバ通信網における光パワーレベルを適正範囲に調整するためのデバイスである。また、光終端器は、一度入力した光信号が端面から反射等により戻り光として再入力した場合にこの戻り光を減衰させて、不要な光信号の影響を取り除くためのデバイスである。

【0003】

これらの光デバイスに用いられる光信号減衰用ファイバは、通常、Ge（ゲルマニウム）をドーピングして屈折率を高くした石英ガラスからなるコアに光信号を積極的に減衰させるコバルト（Co）をドーパントとして含有させている。

【0004】

近年、WDM（Wavelength Division Multiplexer）ネットワークの進展により、光固定減衰器や光終端器の需要が非常に高

まってきた。このWDMシステムにおいては光信号の波長は百数十波にもなる勢いである。そしてそれぞれの波長において減衰量は一定であることが求められてきている。

【0005】

従って、光固定減衰器や光終端器に用いられる光信号減衰用ファイバにおいては通信波長である1310nm及び1550nmの両波長のみならず広い波長範囲で同等の減衰量を有する光信号減衰用ファイバが望まれている。

【0006】

従来は広い波長範囲に亘って減衰量が一定である光信号減衰用ファイバを得るために、モードフィールド径(MFD)の波長特性を利用してコア内のドーパント領域を狭め、構造を最適化する方法により対応してきた(例えば、特許文献1参照)。

【0007】

【特許文献1】

特開平8-136736号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記のような従来技術には、次のような解決すべき課題があった。

即ち、従来から光信号減衰用ファイバに用いられているドーパントであるC_oは、波長が長くなるほど光信号の吸収が増大する特性を有している。このような特性のC_oをコアに添加して広い波長範囲に亘って減衰量が平坦な光信号減衰用ファイバを作成する場合、前記したようにモードフィールド径(MFD)の波長特性を利用してコア内のドーパント領域を狭め、構造を最適化する方法を採用してきた。

【0009】

しかし、コア内のドーパント領域を狭めてC_oを添加する方法では、ドーパント領域が狭くなったために、ある減衰量を得るためにはC_oの濃度を高めて行かなければならない。一方、C_oを添加する方法は含浸法と呼ばれる方法を用いて

いるため、高濃度のC_oを添加することが極めて困難であった。

【0010】

本発明は広い波長範囲に亘って同等の減衰量を有する光信号減衰用ファイバを提供するものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は以上の点を解決するため次の構成を採用する。

【0012】

〈構成1〉

光信号を減衰させるn種類 ($n \geq 2$) のドーパントをコアおよび／またはクラッドに含有している光信号減衰用ファイバであって、波長 λ_i ($i = 1, 2, \dots, m$; ただし $m \geq 2$) で使用され、かつ次のような関係式が満たされるように前記ドーパントの濃度 w_j ($j=1, 2, 3, \dots, n$) が調整されたことを特徴とする光信号減衰用ファイバ。

【式1】

$$0.9 < \frac{\alpha(\lambda_i)}{\alpha(\lambda_k)} < 1.1 \quad (k=1, 2, \dots, m) \text{ かつ } (k \neq i)$$

【式2】

$$\alpha(\lambda_i) = \sum_{j=1}^n w_j A_j(\lambda_i)$$

λ_i : 光通信システムで使用される光信号波長

$\alpha(\lambda_i)$: 波長 λ_i での光信号減衰用ファイバの減衰量

(単位: dB)

w_j : j番目の減衰させるドーパント濃度

$A_j(\lambda_i)$: j番目の減衰させるドーパント (単位重量%)

による波長 λ_i での光信号減衰用ファイバの減衰量

【0013】

〈構成 2〉

前記ドーパントは、Co、Ni、Cr、V、Fe、Mn、Tb、Tmから選択された2種以上の遷移金属であることを特徴とする構成1記載の光信号減衰用ファイバ。

【0014】

〈構成 3〉

前記ドーパントを添加する領域がコアを中心としてコア径の6倍以下の領域であることを特徴とする構成1または構成2記載の光信号減衰用ファイバ。

【0015】

〈構成 4〉

前記光信号波長は1200～1700nmの範囲であることを特徴とする構成1から構成3までのいずれかの構成に記載の光信号減衰用ファイバ。

【0016】

〈構成 5〉

前記光信号波長は1310nmと1550nmであることを特徴とする構成4記載の光信号減衰用ファイバ。

【0017】

〈構成 6〉

前記光信号減衰用ファイバは、前記光信号波長においてシングルモードであることを特徴とする構成1から構成5までのいずれかの構成に記載の光信号減衰用ファイバ。

【0018】

〈構成 7〉

前記ドーパントを添加する領域において、前記ドーパントの分布が不均一であることを特徴とする構成1から構成6までのいずれかの構成に記載の光信号減衰用ファイバ。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について具体例を用いて説明する。

【0020】

図1は光減衰器や光終端器を構成するフェルール内に本発明の光信号減衰用ファイバを配置した例を表した図である。図1 (a)はその縦断面図であり、図1 (b)は横断面図である。

【0021】

図1において、1はコアに光信号減衰用ドーパントが添加されている光信号減衰用ファイバで、通常シングルモードファイバが用いられる。この光信号減衰用ファイバの外径は $125\mu\text{m}$ であり、内径が $126\mu\text{m}$ 程度のフェルール2の挿入孔内に挿入され、接着剤により固定されている。この場合における光信号減衰用ファイバの長さは標準的には 22.4mm である。そしてこの光信号減衰用ファイバ1が挿入されたフェルール2は図示しない光コネクタ等に配置され光固定減衰器や光終端器を構成している。

【0022】

本発明の基本的な考え方は、少なくとも2種類の光信号減衰用ドーパントを光ファイバに共添加して、広範囲な波長域に亘って光信号の減衰量が平坦になるようにしたものである。従って、それぞれの光信号減衰用ドーパントを本発明を構成する式を満たすように光ファイバに共添加すればその目的が達成される。

次の式は、この光ファイバは、実際に伝送されるどの波長の光に対しても、減衰量のばらつきが、 $0.9 \sim 1.1$ の範囲にあることを意味する。

【式1】

$$0.9 < \frac{\alpha(\lambda_i)}{\alpha(\lambda_j)} < 1.1 \quad (k=1,2,\dots,m) \text{ かつ } (k \neq i)$$

次の式は、ある波長に対する光信号の減衰量が、全てのドーパントによる減衰量を累積したものであることを示し、上記の式の分母と分子は、こうして求める。

。

【式 2】

$$\alpha(\lambda_i) = \sum_{j=1}^n w_j A_j(\lambda_i)$$

λ_i : 光通信システムで使用する光信号波長

$\alpha(\lambda_i)$: 波長 λ_i での光信号減衰用ファイバの減衰量

(単位: dB)

w_j : j 番目の減衰させるドーパント濃度

$A_j(\lambda_i)$: j 番目の減衰させるドーパント (単位重量%)

による波長 λ_i での光信号減衰用ファイバの減衰量

【0023】

光信号減衰用ドーパントは従来から知られているように波長によって減衰量が異なっている。図 2 に各光信号減衰用ドーパントの減衰量の波長特性を示す。これは光ファイバのコア全体に均一に光信号減衰用ドーパントをそれぞれ添加し、作製条件を同一にして光信号減衰用ファイバを作製し、その吸収波長特性を測定したものである。このときのコアとクラッドの比屈折率差は 0.3%、コアには屈折率を上昇させるドーパントである Ge を添加し、クラッドには純石英ガラスを用いた。コア径は $8\mu\text{m}$ とした。またドーパントの濃度は減衰量 1~10 dB/cm が得られる濃度である 1000~10000 ppm とした。図 2 には通信波長である 1310 nm と 1550 nm の各光信号減衰用ドーパント 1 ppm 当たりの減衰量も同時に示す。

【0024】

ところで、ガラス中に含有された遷移金属はイオンの状態で存在することが知られている。例えば、V は V^{3+} 、 V^{4+} 、 V^{5+} 、Cr は Cr^{3+} 、 Cr^{6+} 、Mn は Mn^{2+} 、 Mn^{3+} 、Fe は Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、Co は Co^{2+} 、Ni は Ni^{2+} である。この中で V、Cr、Mn、Fe は 2 種以上のイオン状態で存在する。この 2 種以上のイオン状態の比率 (平衡状態) はガラスを作製するときの雰囲気、例えば、酸化・還元雰囲気に大きく影響される。一般に酸化雰囲気でガラスが作製されれば価数の小さいイオン状態の比率が増え、還元雰囲気で作製されれば価数の大きい

イオン状態の比率が増えてくる。遷移金属イオンの価数が変わればその吸収の波長特性が変わることから、ガラスの作製雰囲気によって遷移金属イオン添加ガラスの吸収の波長特性が変わってくることになる。

【0025】

一方、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Fe^{3+} の配位状態はガラスの冷却速度によって異なることが知られている。この配位状態の違いによっても遷移金属イオン添加ガラスの吸収の波長特性が変わってくる。このことは光ファイバの線引き速度が異なる場合もその冷却速度が異なってくるので吸収の波長特性が変わってくることになる。本発明では以上のような種々の条件を勘案して最も適した遷移金属の組合せを選択すればよい。

【0026】

また、光信号減衰用ファイバの減衰量は、光信号減衰用ドーパントの濃度分布と光ファイバを伝播する光信号のモード分布にも影響される。光ファイバのモード分布全体（コア・クラッドの全体）に減衰ドーパントが均一に分布しているときの減衰量を基準にとると、例えばコアの中心部にドーパントが均一に分布している場合は、基準に比べて減衰量が小さくなる。つまり、ドーピング領域の範囲が広がると減衰量も大きくなる。一般にコア径に対して6倍の領域までドーパントを均一に分布させると上記基準とほぼ等しくなる。

【0027】

また、光ファイバ（特にシングルモードファイバ）のモード分布は、光の回折効果から波長が長くなるのに従いモード分布は広がっていく。コアにドーパントが分布している場合、モード分布が広がるにつれて減衰量は小さくなる。つまりモード分布の波長に対する広がり方によっても、減衰量の波長依存性は変わる。そして、このモード分布の広がり方は、光ファイバのコア・クラッドの屈折率分布に大きく影響を受けることから、コア・クラッドの屈折率分布も減衰量の波長依存性には大きな影響を与える。

【0028】

上記議論は、減衰性ドーパントが均一に含有されていることを前提に進めているが、減衰性ドーパントの濃度分布が不均一な場合も同様に減衰量の波長依存性

は影響を受けることは容易に想像がつく。つまり、減衰性ドーパントの濃度分布も重要なパラメータの一つとなる。

【0029】

以上より、ドーパントの濃度分布およびコア・クラッド屈折率分布によって減衰量の波長特性は変わっていくが、いかなる濃度分布およびいかなるコア・クラッド屈折率分布の場合であっても本発明の構成要件である式を満たす限りにおいては差し支えない。

【0030】

【実施例】

次に具体的に数種類の光信号減衰用ドーパントを共添加した場合の実施例を示す。本実施例の光信号減衰用ファイバはいずれもコアに屈折率を上昇させるためのGeが添加されているシングルモードファイバである。

【0031】

〈実施例1〉

光信号減衰用ドーパントとしてVとCoを使用し、光信号減衰用ファイバを作製した。図3(a)(b)はCoおよびVを単独でドーピングした場合の減衰波長特性である。縦軸は任意スケールで表しており、図3(a)はCoの減衰量の傾向を表し、図3(b)はVの減衰量の傾向を表している。図4は本発明の共添加した光信号減衰ファイバの波長特性の一実施例を表した図である。なお、縦軸の減衰量は光固定減衰器や光終端器の標準的な長さである22.4mmにおける減衰量を示している。そのときのVとCoの重量%比率(V:Co)は、1:3であり、1310nmと1550nmの減衰量の比(1310nmの減衰量/1550nmの減衰量)は、0.95であった。減衰量の比が0.9~1.1にあればほぼ平坦化されているといえるため、本実施例ではほぼ平坦化されていることがわかった。

【0032】

〈実施例2〉

光信号減衰用ドーパントとしてFeとNiを使用し、光信号減衰用ファイバを作製した。そのときのFeとNiの重量%比率は、1:0.3であった。このと

きの 1310 nm と 1550 nm の減衰量の比は、1.03 であり、ほぼ平坦化されていた。

【0033】

〈実施例 3〉

光信号減衰用ドーパントとして Fe と Co を使用し、光信号減衰用ファイバを作製した。そのときの Fe と Co の重量%比率は、1:0.23 であった。このときの 1310 nm と 1550 nm の減衰量の比は、1.01 であり、ほぼ平坦化されていた。

【0034】

〈実施例 4〉

光信号減衰用ドーパントとして V と Cr を使用し、光信号減衰用ファイバを作製した。そのときの V と Cr の重量%比率は、1:40 であった。このときの 1310 nm と 1550 nm の減衰量の比は、1.00 であり、平坦化されていた。

【0035】

〈実施例 5〉

光信号減衰用ドーパントとして Mn と Co を使用し、光信号減衰用ファイバを作製した。そのときの Mn と Co の重量%比率は、1:0.04 であった。このときの 1310 nm と 1550 nm の減衰量の比は、1.06 であり、ほぼ平坦化されていた。

【0036】

〈実施例 6〉

光信号減衰用ドーパントとして Mn、Ni、V の3種類の元素を使用し、光信号減衰用ファイバを作製した。そのときの Mn と Ni と V の重量%比率は、1:0.6:0.15 であった。このときの 1310 nm と 1450 nm と 1550 nm の減衰量の比は、1:0.98:0.97 であり、ほぼ平坦化されていた。

【0037】

〈実施例 7〉

光信号減衰用ドーパントとして Co、Fe、Ni の3種類の元素を使用し、光

信号減衰用ファイバを作製した。そのときのC oとF eとN iの重量%比率は、1 : 33 : 2.7であった。このときの1450nmと1550nmと1650nmの減衰量の比は、1 : 0.95 : 0.95であり、ほぼ平坦化されていた。

【0038】

〈実施例8〉

光信号減衰用ドーパントとして、コアにF e、クラッドにN iを使用し、光信号減衰用ファイバを作製した。光信号減衰用ドーパントをコア近傍のクラッドにもドーピングさせるのは、クラッドに染み出した光を利用して、2つ以上の波長における減衰量をそれぞれ同等にするためである。そのときのF eとN iの重量%比率は、1 : 0.49であった。このときの1310nmと1550nmの減衰量の比は、1 : 0.99であり、ほぼ平坦化されていた。

【0039】

〈実施例9〉

光信号減衰用ドーパントとしてF eとVを使用し、光信号減衰用ファイバを作製した。ただし、光信号減衰用ドーパントのドーピング領域はクラッドのみとした。そのときのF eとVの重量%比率は、1 : 0.36であった。このときの1310nmと1550nmの減衰量の比は、1.00であり、平坦化されていた。

【0040】

【発明の効果】

上記したように本発明によれば、2つ以上の光信号減衰用ドーパントを光ファイバに共に添加することによって、広い波長範囲において減衰量が平坦化された光信号減衰用ファイバを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の光信号減衰用ファイバをフェルールに挿入した状況を示す断面図である。

【図2】

光信号減衰用ドーパントの波長特性を示す図である。

【図3】

C o 及び V の光信号の減衰量の傾向を表す図である。

【図 4】

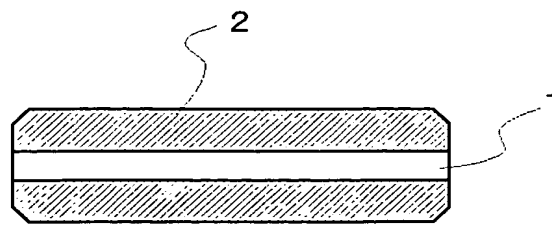
本発明の一実施例を示す図である。

【符号の説明】

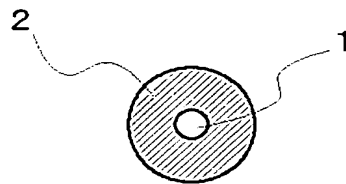
- 1 光信号減衰用ファイバ
- 2 フェルール

【書類名】 図面

【図 1】



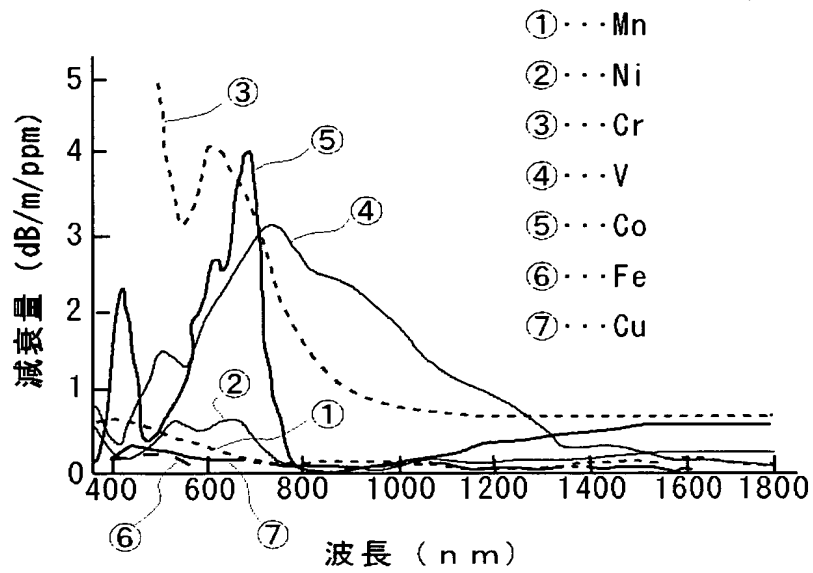
(a)



(b)

- 1 光信号減衰用ファイバ
- 2 コア
- 3 クラッド
- 4 減衰ドーパント含有領域

【図 2】

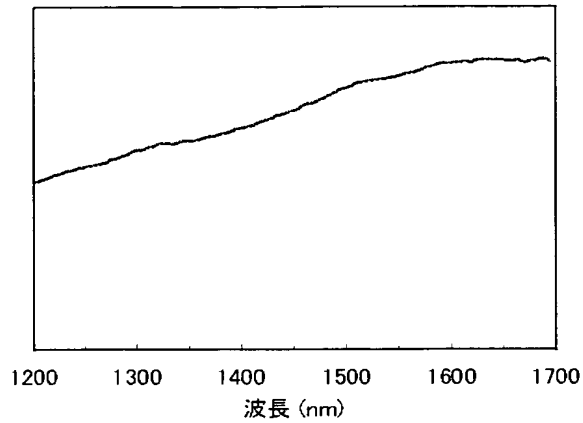


各元素の減衰量

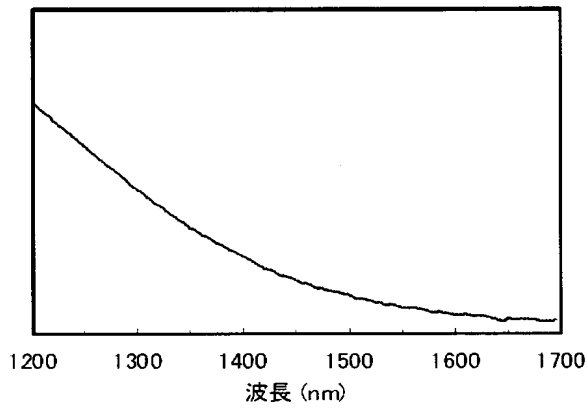
単位: dB/m/ppm

波 長	M n	N i	C r	V	C o	F e
1310nm	0.07	0.18	0.73	0.48	0.45	0.13
1550nm	0.06	0.26	0.74	0.22	0.57	0.10

【図 3】

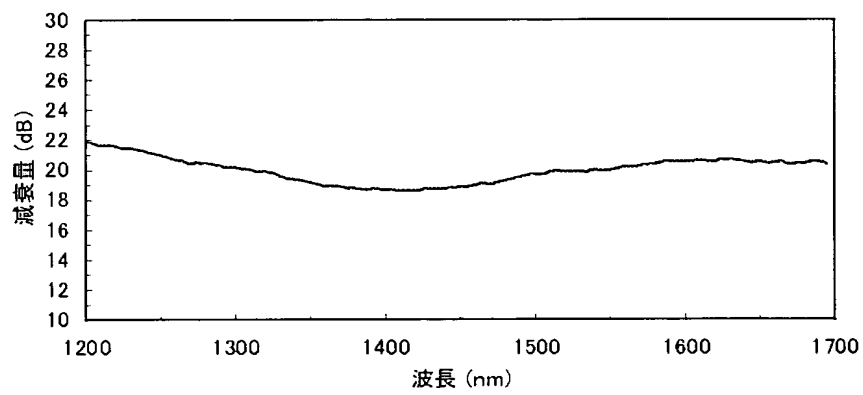


(a)



(b)

【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【解決手段】 光ファイバのコアおよび／またはクラッドに2種類以上の光信号減衰用ドーパントを共に添加して、ドーパントの種類と濃度を調整することにより光信号減衰用ファイバ1とする。好ましくは波長が長くなるほど光信号の吸収が増大するドーパントと波長が長くなるほど光信号の吸収が減少するドーパントを共に添加する。上記ドーパントとしては、Co、Ni、Cr、V、Fe、Mn、Tb、Tmから選択された2種以上の遷移金属であることが好ましく、またドーパントを添加する領域がコアを中心としてコア径の6倍以下の領域であることが好ましい。

【効果】 広い波長範囲に亘って減衰量が平坦な光信号減衰用ファイバを提供できる。

【選択図】 図4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 4 3 2 2 2
受付番号	5 0 2 0 1 7 8 8 7 8 2
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 4 年 1 1 月 2 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年11月27日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 4 3 2 2 2

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 2 5 5]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
新規登録

住 所
氏 名

神奈川県川崎市川崎区小田栄 2 丁目 1 番 1 号
昭和電線電纜株式会社